

*NOUVELLES OBSERVATIONS CONCERNANT LA BIOLOGIE
DE NAVICULA FUSIFORMIS GRÜN (N. OSTREARIA BORY)*

PAR G. RANSON.

Docteur ès-sciences.
Assistant au Muséum National d'Histoire Naturelle.

Depuis 1927, dans un certain nombre de travaux, j'ai démontré que cette Diatomée, normalement brune et planctonique, présente dans toutes les mers du monde, devenait benthique, quelle que soit la saison, dans toutes les régions ostréicoles, ou épiphyte sur des Algues brunes supérieures, dans des conditions dont j'ai déterminé l'essentielle. J'ai reproduit en effet expérimentalement ce phénomène au laboratoire et dans la nature, en mettant la Diatomée brune planctonique en présence de mucus d'Huîtres et surtout de sucres divers. On sait que les sucres sont des aliments pour les Algues inférieures en particulier. Les travaux de MATRUCHOT et MOLLIARD, puis de P. A. DANGEARD entre autres, l'ont démontré ; elles peuvent même se développer à l'obscurité grâce à ces substances, tout en continuant à former de la chlorophylle.

L'acquisition du pigment bleu, lorsqu'elle devient épiphyte, m'a donné l'idée de l'action possible d'un sucre. COMÈRE, en 1909, a relaté ses observations extrêmement intéressantes, faites dans la nature, sur la variation de couleur de Diatomées épiphytes d'eau douce, lorsque les plantes leur servant de support se trouvaient dans une eau riche en matières organiques et présentaient une activité végétative particulièrement intense ; il démontre que la couleur verte et vert-émeraude acquise par les Diatomées en question est déterminée par l'activité spéciale des plantes aquatiques. On ne peut expliquer le phénomène qu'en admettant l'excrétion d'une substance particulière par les feuilles de celles-ci.

En dehors des Algues supérieures sur lesquelles on l'a trouvée en petites quantités, cette Diatomée couvre d'immenses surfaces dans les régions ostréicoles du monde entier. Elle arrive à former dans certaines zones des tapis d'un à deux millimètres d'épaisseur et y pullule en quantités dont on se fait difficilement une idée. On pourrait croire à une action mécanique des Huîtres filtrant l'eau, comme l'on sait, grâce au courant provoqué entre leurs valves par les cils des branchies et des palpes ; certaines passeraient dans le tube digestif,

les autres se fixeraient sur le fond, autour des Huîtres. Mais, il n'en est rien car les autres Mollusques, en particulier les Moules, se trouvent parfois en vastes bancs très denses et filtrant l'eau beaucoup plus activement, ne provoquent jamais rien de semblable. Seules les Huîtres, parmi les Mollusques, provoquent la fixation sur le fond de la Navicule planctonique. Cette affirmation demande une précision. On peut constater sur les fonds ostréicoles, un développement benthique de Navicules bleues en l'absence locale d'Huîtres. Mais il ne faut pas oublier que les argiles des lais de mer, dans ces régions, sont pétries de mucus d'Huîtres, élément fondamental de leur fixation. J'ai expliqué dans divers travaux comment et en quelles quantités ce mucus est sécrété. Je n'y reviendrai donc pas ici.

En devenant benthique la Navicule présente une activité extraordinairement débordante. Chaque cellule devient un peu plus longue et plus large, sécrète un mucilage abondant la retenant fixée au sol ; son protoplasma interne se colore d'une façon diffuse, homogène, par un véritable pigment bleu connu et étudié sous le nom de Marennine, différent de la phycocyanine. On ne connaît absolument rien de semblable chez les Diatomées, dans la nature, contrairement à l'affirmation erronée de G. HINARD et BACHRACH. Les endochrômes légèrement raccourcis et en forme de boudins sont absolument normaux et ne présentent jamais de ségrégation, ni de « dégénérescence huileuse » ; leur contour est parfaitement rectiligne sans renflements comme cela se produit dans les cultures de laboratoire où existe un déséquilibre des substances introduites. Ainsi l'équilibre morphologique du cytoplasma reste fondamentalement le même que chez l'Algue à l'état planctonique. D'autre part, on trouve constamment six frustules doubles sur dix, indice d'un dédoublement très actif ayant pour conséquence le peuplement extraordinairement rapide de vastes surfaces côtières de dizaines de kilomètres carrés. Lorsque les conditions favorables ne se trouvent plus réalisées, ces caractéristiques disparaissent ; elle reprend progressivement son aspect primitif et n'étant plus fixée au sol (car elle ne sécrète plus de mucilage) les courants l'entraînent : elle redevient planctonique comme j'ai pu le constater en 1926, sur plusieurs ares de surface, dans la zone de balancement des marées de la région de Marennes. C'est donc une erreur absolue, en contradiction avec les faits les plus élémentaires de l'observation dans la nature, de croire que cette Diatomée en devenant bleue, dégénère. C'est au contraire un excès d'activité dans des conditions extraordinairement favorables, entraînant tous les phénomènes constatés. Il est bien évident qu'à l'état benthique, surtout dans les claires et autres réservoirs, elle est plus facilement soumise à des conditions extérieures néfastes (variation trop grande de la salinité après de fortes pluies, excès de chaleur, etc.) pouvant entraîner la mortalité sur place de quantités considérables d'individus. Il s'agit

là évidemment de conditions spéciales dépassant les limites maximum et minimum favorables. Je voudrais signaler deux observations faites en 1934 et 1935 à l'île d'Oléron, s'ajoutant à toutes celles signalées dans mon travail de 1927 et démontrant nettement la relation existant entre le développement benthique de la Navicule bleue et la présence d'Huîtres sur le sol. Près de Boyardville (île d'Oléron) à l'Eguille, il existe depuis un certain nombre d'années un beau champ de claires ; l'une d'elles de près de 180 mètres de long sur 30 mètres de large a eu son fond recouvert de Navicules bleues dès le début de la saison 1934. Quelque temps après, des Huîtres y sont déposées sur une longueur de 100 mètres environ. Il restait donc encore 80 mètres sans Mollusques. Quelques jours après, toute la partie du fond sans Huîtres avait pour ainsi dire complètement déverdi tandis que dans la zone couverte d'Huîtres les Navicules pullulaient en quantités considérables ; toutes celles de la claire semblaient s'y être concentrées. Le contraste était frappant. On pourrait, encore une fois, faire appel au phénomène mécanique de la filtration de l'eau, mais il n'en est rien car les Moules par exemple ne provoquent jamais un tel phénomène.

En 1935, dès le mois de juillet, très chaud, la région côtière de Saint-Trojan-les-Bains, pour des raisons sur lesquelles je vais revenir plus loin, s'est couverte de Navicules bleues. Mais, il était facile d'observer que les fonds avec Huîtres se peuplaient les premiers. De même, ce sont les claires ayant des Huîtres qui étaient peuplées de Navicules les premières et le plus abondamment. Les fonds voisins, même sans Huîtres, s'en sont couverts ensuite, car l'argile de ceux-ci contient du mucus d'Huîtres.

Les faits naturels et mes expériences démontrent le rôle déterminant de ce mucus dans les particularités biologiques de cette Navicule et, d'autre part, l'action similaire des sucres. C'est pourquoi, j'ai posé l'hypothèse de celle de la glucosamine de la mucine d'Huîtres. Mais, pour cela, cette glucosamine doit être libérée de son complexe glycoprotéique. Il nous reste donc à poursuivre des recherches pour pénétrer le mécanisme de ce phénomène. De l'ensemble de mes premières observations, cette désintégration du complexe glycoprotéique semble être le résultat d'un phénomène biologique.

Nous allons, pour le comprendre, étudier comment intervient l'eau douce dans le développement de la Navicule bleue. Il est en effet de connaissance courante que, d'une façon générale, cette dernière se développe sur les fonds ostréicoles, dès les premières pluies d'automne puis l'hiver, c'est-à-dire lorsque la salinité de l'eau est diminuée par l'abondance des pluies. Lorsque l'été est long et sec, l'hiver long et très froid, les eaux conservent une densité de $d = 1025$ et les Navicules bleues ne font pas leur apparition. Nous avons vu cela se produire de 1930 à 1935. Au contraire, avec un été et un hiver pluvieux on voit les fonds ostréicoles couverts de Navicules bleues presque

toute l'année. Ceci avait lieu entre 1907-1910 et 1930 ; la densité de l'eau oscillait autour de 1015-1020. Mais une densité $d = 1008$ est encore favorable comme j'ai pu le constater cette année dans le Bassin d'Arcachon.

Ainsi la Navicule peut présenter son état benthique entre des salinités $d = 1008$ et $d = 1020$ et des températures oscillant entre 0° et 28° , avec maximum entre 10° et 20° . Mais, il est bien entendu qu'une variation du milieu entre ces limites extrêmes doit être lente pour être supportée. Une variation importante trop rapide entraîne instantanément la mort de cette Algue extrêmement sensible.

Dans mes précédents travaux, j'expliquais l'action favorable de l'eau douce de la façon suivante : pendant les périodes pluvieuses les eaux sont abondamment chargées d'argile ; l'activité filtrante des Huîtres s'en trouve accélérée, d'où sécrétion abondante de mucus. Certes, en première approximation, les phénomènes se déroulent bien ainsi. Dans ces conditions de pluviosité et de réduction de la salinité des eaux, le mucus sécrété présentement par les Huîtres est très actif pour la fixation et le bleuissement des Navicules, beaucoup plus certainement que celui entrant dans la constitution des lais de mer. Mais il n'en est pas moins vrai que ce dernier, toujours présent dans les argiles, n'est pas constamment actif ; il le devient seulement au moment où la densité de l'eau se trouve diminuée par les pluies.

Ainsi apparaît d'une manière plus précise le rôle de l'eau douce. En fait, la fixation de la Navicule sur le sol et l'acquisition de ses particularités connues, sont déterminées par l'action directe de la réduction de salinité de l'eau sur le mucus sécrété présentement ou se trouvant dans l'argile du fond. Ce sont des exceptions aux conditions générales exposées plus haut qui m'ont permis d'arriver à cette notion. En effet, dans la nature, en certains endroits, des conditions exceptionnelles sont réalisées, apparemment en contradiction avec les faits généraux connus, mais qui, lorsqu'on les analyse de près, permettent justement de comprendre plus exactement le phénomène général.

C'est ainsi que certaines années, lors d'un été long, très sec, très chaud, nous voyons se développer abondamment la Navicule bleue dans quelques zones bien délimitées. Entre autres, je citerai l'été de 1935, au cours duquel avec une chaleur extérieure de plus de 30° , les fonds de Boyardville et de la côte de Saint-Trojan-les-Bains, à l'île d'Oléron étaient couverts de Navicules bleues. Ces faits signalés aussi superficiellement semblent bien en contradiction flagrante avec tout ce que l'on connaît des conditions générales du développement de la Navicule bleue et, à première vue, obscurcissent l'explication du phénomène (chaleur, salinité, absence d'argile en suspension dans les eaux, ralentissement de l'activité des Huîtres ne sont pas favorables). En réalité, ce sont des exceptions qui, bien analysées, nous acheminent vers la plus nette compréhension de son déterminisme. Les

exceptions sont les plus précieuses ; ce sont de véritables expériences naturelles dont l'examen attentif permet de s'acheminer vers la solution réellement objective du problème étudié. En fait, il y a seulement différence dans les conditions particulières de milieu ; là seulement est l'exception, mais le phénomène lui-même se déroule toujours de la même façon, suivant le même déterminisme.

Si nous examinons en effet, les conditions géologiques des régions où nous voyons se développer la Navicule bleue en plein été, avec température et salinité élevées, nous constatons qu'elles sont tout à fait exceptionnelles.

Près de Boyardville, par exemple, il s'agit d'une véritable cuvette allongée à fond argileux imperméable, remplie en grande partie de sable formant de petites dunes avec pins, vigne, etc. ; les claires sont établies dans d'anciens marais salants situés juste à sa limite marginale, à l'endroit où l'argile devient superficielle. Les eaux de pluie s'accumulent dans les sables de cette cuvette et s'écoulent à la mer, d'une façon intermittente, par un mince filet d'eau. Au bord même, à côté des claires, il y a un abreuvoir permettant de se rendre compte approximativement du niveau de l'eau douce, variant évidemment avec l'importance des chutes de pluie. En juillet 1935, en particulier, le printemps ayant été très frais, l'eau douce avait un niveau très élevé. Dans les claires immédiatement voisines, où la mer entre très fréquemment, l'eau douce se trouvait à peine à 10 centimètres au-dessous de la surface du sol. On comprend ainsi que l'argile avec son mucus se trouvait dans des conditions tout à fait spéciales et propices au développement de la Navicule bleue. Les éléments favorables étaient souterrains.

Cet exemple nous montre combien il est difficile parfois de prendre des mesures très précises et combien il faut être circonspect avant de conclure sur des chiffres pris sans indication des conditions. Il est bien évident que là, la densité de l'eau de mer du chenal et des claires ne permet pas du tout de se faire une idée de l'activité biologique développée dans l'argile du fond, en contact souterrain immédiat avec l'eau douce.

Sur la côte Nord de Saint-Trojan-les-Bains, les conditions géologiques sont différentes, mais aboutissent au même résultat. C'est une zone où se déversent souterrainement les eaux douces s'écoulant du cordon de dunes de cette ville. Sur le bord de ce dernier on peut se rendre compte du niveau de l'eau douce dans des ruisseaux et puits de nombreux jardins qui se sont développés précisément dans la région d'affleurement de l'eau douce. A cet endroit, ce niveau est bien au-dessus du fond des claires voisines et des viviers à Huîtres de la côte. Ces conditions sont réalisées presque jusqu'à la pointe de Mau-musson près de laquelle se trouve le marais des « Bries » où l'eau douce est toujours près de la surface du sol.

Par ailleurs, également sur la même côte de l'île d'Oléron, à Ors, où le développement de la Navicule est si fréquent, (les conditions géologiques sont encore tout à fait différentes puisque ce sont des rochers calcaires qui la constituent), nous trouvons une source d'eau douce permanente en pleine mer, affleurement d'un réservoir naturel. Ainsi toutes ces précieuses exceptions nous ont permis de mieux comprendre le phénomène général et de percevoir que le développement de la Navicule bleue sur les fonds est fondamentalement déterminé par l'action d'une eau à salinité réduite sur le mucus des fonds argileux. Examinons maintenant de quel ordre est cette action.

Les fonds marins, les argiles côtières en particulier, pétris de matières organiques extrêmement variées, dont le mucus secrété par les Invertébrés marins sous diverses formes constitue une grande part, sont le lieu d'une activité biologique extraordinairement intense qui mériterait d'être étudiée beaucoup plus qu'on ne l'a fait jusqu'à présent. Il existe dans la couche de 10 centimètres d'argile de surface des fonds côtiers une faune et une flore extraordinairement riches, dont les éléments sont plus ou moins sous la dépendance l'un de l'autre et tous sous la dépendance des variations extérieures. Les relations physico-chimiques du milieu, dont la plus essentielle est celle entre l'oxygène, la salinité et la matière organique, règlent les modalités de leur activité. De 10 à 20 cm. c'est le domaine sans oxygène, où règnent les bactéries sulfhydriques. La couche supérieure est soumise à une oxygénation suffisante pour arrêter l'activité de ces dernières.

Lorsque le sol des claires et côtier des régions ostréicoles se trouve dans les conditions de salinité favorables, fixées ci-dessus, il présente un aspect très particulier. Les Ostréiculteurs disent que la claire est en « humeur ». Au lieu d'être poreux, meuble, il apparaît velouté comme si une pellicule mucilagineuse, homogène, le recouvrait. Au toucher, l'argile est plus « grasse ». C'est le résultat de l'activité d'un microorganisme aux dépens du mucus contenu dans l'argile ; elle est d'une instabilité extraordinaire et des variations trop brusques des conditions du milieu l'arrêtent immédiatement. Le développement benthique de la Navicule bleue lui est intimement lié. Cette Diatomée apparaît et disparaît en même temps qu'elle.

La désintégration du mucus d'Huîtres avec libération de la glucosamine semble donc bien être la résultante d'un phénomène biologique.

Si, dans un cristalliseur, nous plaçons une Huître avec une certaine quantité d'argile en suspension dans l'eau de densité convenable, puis dans une autre une même quantité d'argile sans Huître, nous constatons au bout de 24 heures, les faits suivants : l'Huître a précipité toute l'argile sur le fond tandis qu'une partie seulement l'est dans l'autre récipient ; un trouble demeure. Même lorsque toute l'argile est

déposée dans ce dernier, il suffit de déplacer légèrement le cristalliseur pour voir l'argile retourner facilement à l'état de suspension.

Au contraire, l'argile pétrie de mucus d'Huître du premier, forme une pellicule homogène se divisant tout au plus en grumeaux. L'activité de microorganismes spéciaux est la cause de ce phénomène. Nous avons reproduit là ce qui se passe dans la nature ; si nous ajoutons dans ce cristalliseur des Navicules, nous les voyons vivre et se développer sur le fond. Rien de semblable ne se produit dans l'autre.

Nota. — Les essais de culture en grand de la Navicule bleue faits dans la nature, l'hiver dernier, dans des réservoirs d'établissements ostréicoles ont été couronnés de succès. Il reste divers détails de technique à mettre au point. Théoriquement, le problème est bien résolu.